

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
30 August 2001 (30.08.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/63849 A2

- (51) International Patent Classification⁷: H04L 12/28, 12/56, 1/00
- (21) International Application Number: PCT/US01/05672
- (22) International Filing Date: 22 February 2001 (22.02.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
60/184,290 23 February 2000 (23.02.2000) US
- (71) Applicant: MICROSOFT CORPORATION [US/US]; 1
Microsoft Way, Redmond, WA 98052 (US).
- (72) Inventors: AYYAGARI, Arun; 4912 NE 88th Street,
Seattle, WA 98115 (US). BERNET, Yoram; 4515 1st
Avenue NE, Seattle, WA 98105 (US). MOORE, Timothy,
M.; 1223 167th Avenue SE, Bellevue, WA 98008 (US).
- (74) Agents: NATH, Rattan et al.; Leydig, Voit & Mayer,
Ltd., Two Prudential Plaza, Suite 4900, 180 North Stetson,
Chicago, IL 60601-6780 (US).
- (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,
NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,
TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS; MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian
patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European
patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:
— without international search report and to be republished
upon receipt of that report
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.



WO 01/63849 A2

(54) Title: QUALITY OF SERVICE OVER PATHS HAVING A WIRELESS-LINK

(57) Abstract: The invention provides Quality of Service assurances in a manner expected in other media to communications over paths that include one or more wireless links. The invention combines a subnet bandwidth manager ("SBM") at an access point ("AP") to track allocations of wireless bandwidth. The invention further incorporates multiple priority levels for packet transmission in a two-prong stochastic scheme. The first prong reserves bandwidth at each of the intermediate nodes in a transmission path subject to a veto by any intermediate node. The second prong modulates the transmission probability of a packet based on the previous failed attempts at transmission and the priority level of the packet. The overall result of this hybrid scheme is to not shut out users with the lowest priority, e.g., "best effort" priority, while assuring adequate bandwidth to higher priority applications.

(43)公表日 平成15年8月12日(2003.8.12)

国際特許番号		IPC分類	
H04L	12/28	300	5K030
H04L	12/56	200	5K033
H04B	7/38	109M	5K067

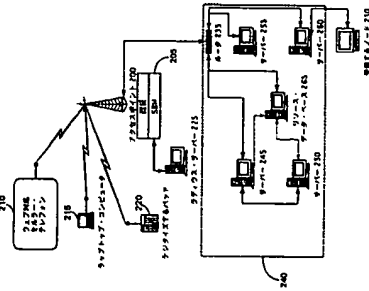
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全44頁)

(21)出願番号	特表2001-561954(P2001-561954)
(86) (22)出願日	平成13年2月22日(2001.2.22)
(85) 国際出願番号	平成14年8月23日(2002.8.23)
(87) 国際出願番号	PCT/US01/05672
(87) 国際出願番号	WO01/063849
(87) 国際出願番号	平成13年8月30日(2001.8.30)
(31)優先権主張番号	00/184,290
(32)優先日	平成12年2月23日(2000.2.23)
(33)優先権主張国	米国(US)
(71)出願人	マイクロソフト コーポレーション MICROSOFT CORPORATION ON アメリカ合衆国 ワシントン州 98052- 6399 レッドモンド ワン マイクロソフト ウェイ (番地なし)
(72)発明者	アララン アヤガリ アメリカ合衆国 98115 ワシントン州 シアトル ノース イースト 88 ストリ ート 4912
(74)代理人	弁理士 谷 誠一 (外2名)

(54)【発明の名称】 ワイヤレス・リンクを有する通信経路を通じてのサービス品質

(57)【要約】

本発明は、1つまたは複数の無線リンクを含む通信経路を通じての通信に、他の媒体で提供される形のサービス品質保証を提供する。本発明は、アクセス・ポイント(AP)のサブネット帯域幅マネージャ(SBMJ)を組み合わせ、無線帯域幅の割り当てを最適化する。本発明は、さらに、2面導波路的方式にパケット送信に関する複数の優先順位レベルを組み込む。第1面導波路内の中間ノードのそれぞれに帯域幅を予約する。第2面は、送信段階の失敗した前の伝送とパケットの優先順位レベルに基づいて、パケットの送信順序を変更する。このハイブリッド方式の総合的な結果は、より高い優先順位のアプリケーションに適切な帯域幅を保証しながら、たとえば「ベスト・エフォート」優先順位などの低い優先順位を有するユーザを締め出さないことである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワイヤレス媒体を介する少なくとも1つのワイヤレス・リンクを備え、送信ノード、受信ノード、および前記送信ノードと前記受信ノードとの間の中間ノードを備える通信経路を通じて、事前に割り当てられたサービス品質(Quality of Service)をもって、パケットを送信する方法であって、

複数の優先順位レベルからパケットの優先順位レベルをノードに指定するステップと、

サービスの要求されたレベルに従って、前記通信経路内の少なくとも1つのノードにリソースを予約するステップと、

前記ノードによる前記パケットの送信を開始する前に、少なくとも(1)前記パケットを送信する試みで失敗した前の試みと、(2)前記複数の優先順位レベルからの前記パケットの前記優先順位レベルと、に基づいて可変的に生成されるタイム・インターバルの間、前記ワイヤレス媒体がアイドルであることを検出するステップと

を備えることを特徴とする方法。

【請求項2】 前記パケットを送信する前記失敗した前の試みの少なくとも1つは、前記パケットの送信を試みるときに前記ワイヤレス・リンクがビジー(busy)であることを検出するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記複数の優先順位レベルから、少なくとも1つのデフォルト優先順位レベルをパケットに割り当てるステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】 前記通信経路内のノードにおいて、前記通信経路内の次のノードを発見するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項5】 前記通信経路内のノードを管理するノードにおいて、前記通信経路内の次のノードを発見するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】 前記パケットの前記優先順位レベルとして、前記複数の優先

最終頁に続く

順位レベルからの要求された優先順位レベルを使用するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項7】 送信の遅延ができたノードにおいて、別のノードとの衝突を検出するステップと、

前記別のノードとの前記衝突の検出に反応して、送信の遅延ができたノードをバックオフ状態に置くステップと、

前記送信の遅延ができたノードが前に前記パケットの送信を失敗した場合に、競合ウィンドウ内のランダムに生成される時間遅延を生成する時間遅延生成ステップであって、この前記競合ウィンドウが増大されることになる、時間遅延生成ステップと、

前記送信の遅延ができたノードからの前記パケットの送信を試みる前に前記時間遅延だけ待つステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項8】 前記パケットの前記優先順位レベルが高い場合に、前記パケットの前記優先順位レベルが低いときと比較して、それぞれ前記高い優先順位レベルおよび前記低い優先順位レベルでの送信の前の失敗の類似する個数を有する場合にもかかわらず、前記時間遅延を選択するためのより小さい競合ウィンドウを使用することを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項9】 前記パケットの前記優先順位レベルが高い場合に、前記パケットの優先順位レベルが低いときと比較して、それぞれ前記高い優先順位レベルおよび前記低い優先順位レベルでの送信の前の失敗の類似する個数を有する場合にもかかわらず、前記時間遅延を選択する前記競合ウィンドウの上端 (upper end) はより小さいことを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項10】 前記パケットの前記優先順位レベルが高い場合に、前記パケットの優先順位レベルが低いときと比較して、それぞれ前記高い優先順位レベルおよび前記低い優先順位レベルでの送信の前の失敗の類似する個数を有する場合にもかかわらず、前記時間遅延を選択する競合ウィンドウの下端 (lower end) はより小さいことを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項11】 前記通信経路は、前記通信経路内の別のノードとのワイヤ

レス接続を確立する少なくとも1つのアクセス・ポイントを含むことを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項12】 前記アクセス・ポイントは、サブネット帯域幅マネージャに関連付けられていることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項13】 前記アクセス・ポイントに関連付けられている前記サブネット帯域幅マネージャは、前記送信ノードからのリソースの要求で、前記少なくとも1つのワイヤレス・リンク上の帯域幅を含むリソースの要求を引き受けなければならぬかどうかを決定することを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項14】 前記アクセス・ポイントに関連付けられている前記サブネット帯域幅マネージャは、予約メッセージを生成し、前記予約メッセージを前記通信経路内の次のノードに転送することを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項15】 前記予約メッセージを、前記次のノードが、そのポリシー (policy) および既に割り振られたリソースに基づいて、引き受けることが可能である場合に、前記次のノードは、前記予約メッセージを、前記通信経路内の前記次のノードの次のノードに転送することを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】 ワイヤレス媒体を介する少なくとも1つのワイヤレス・リンクを備え、送信ノード、受信ノード、および前記送信ノードと前記受信ノードとの間の中間ノードを備える通信経路を通じて、事前に割り当てられたサービス品質をもって、パケットを送信する方法の複数のステップを実行するためのコンピュータ実行可能命令を有するコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、ノードに複数の優先順位レベルからパケットの優先順位レベルを指定するステップと、

要求されたサービスのレベルに従って、前記通信経路内の少なくとも1つのノードにリソースを予約するステップと、

前記ノードによる前記パケットの送信を開始する前に、少なくとも (1) 前記パケットを送信する試みで失敗した前の試みと、 (2) 前記複数の優先順位レベルからの前記パケットの前記優先順位レベル、とに基づいて可変的に生成されるタイム・インターバルの間、前記ワイヤレス媒体がアイドルであることを検出するステップと

を備えることを特徴とするコンピュータ可読媒体。

【請求項17】 前記パケットを送信する前記失敗した前の試みの少なくとも1つは、前記パケットの送信を試みるときに前記ワイヤレス・リンクがビジーであることを検出するステップを含むことを特徴とするコンピュータ実行可能命令をさらに有することを特徴とする、請求項16に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項18】 前記複数の優先順位レベルから、少なくともデフォルト優先順位レベルをパケットに割り当てるステップを実行するコンピュータ実行可能命令をさらに含むことを特徴とする請求項16に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項19】 前記通信経路内のノードにおいて、前記通信経路内の次のノードを発見する追加ステップを実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項16に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項20】 前記通信経路内のノードを管理するノードにおいて、前記通信経路内の次のノードを発見するステップを実行するコンピュータ実行可能命令をさらに有することを特徴とする、請求項17に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項21】 前記パケットの前記優先順位レベルとして、前記複数の優先順位レベルからの要求された優先順位レベルを使用するステップを実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項16に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項22】 送信の準備ができたノードにおいて、別のノードとの衝突を検出するステップと、

前記別のノードとの前記衝突の検出に応答して、前記送信の準備ができたノードをバックオフ状態に置くステップと、

前記送信の準備ができたノードが前に前記パケットの送信に失敗した場合に、競合ウィンドウ内のランダムに生成される時間遅延を生成する時間遅延生成ステップであって、この前記競合ウィンドウが増大されることになる時間遅延生成ステップと、前記送信の準備ができたノードからの前記パケットの送信を試みる前に前記時間遅延だけ待つのステップと

を実行するコンピュータ実行可能命令をさらに有することを特徴とする請求項21に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項23】 前記パケットの前記優先順位レベルが高い場合に、前記パケットの前記優先順位レベルが低いときと比較して、それぞれ前記高い優先順位レベルおよび前記低い優先順位レベルでの送信の前の失敗の類似する個数を有する場合に、前記時間遅延を選択するためのより小さい競合ウィンドウを使用することを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項21に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項24】 前記パケットの前記優先順位レベルが高い場合に、前記パケットの優先順位レベルが低いときと比較して、それぞれ前記高い優先順位レベルおよび前記低い優先順位レベルでの送信の前の失敗の類似する個数を有する場合にもかわらず、前記時間遅延を選択する前記競合ウィンドウの上端はより小さいことを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項23に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項25】 前記パケットの前記優先順位レベルが高い場合に、前記パケットの優先順位レベルが低いときと比較して、それぞれ前記高い優先順位レベルおよび前記低い優先順位レベルでの送信の前の失敗の類似する個数を有する場合にもかわらず、前記時間遅延を選択する前記競合ウィンドウの下端はより小さいことを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項21に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項26】 前記通信経路は、前記通信経路内の別のノードとのワイヤレス接続を確立する少なくとも1つのアクセス・ポイントを含むことを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項25に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項27】 前記アクセス・ポイントは、サブネット帯域幅マネージャに関連付けられていることを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有すること

を特徴とする、請求項26に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項28】 前記アクセス・ポイントに関連付けられている前記サブネットワーク帯域幅マネージャは、前記送信ノードからのリソースの要求で、前記少なく

とも 1 つのワイヤレス・リンク上の帯域幅を含むリソースの要求を引き受けなければならぬかどうかを決定することを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項 27 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 29】 前記アクセス・ポイントに関連付けられた前記サブネットワーク帯域マネージャは、予約メッセージを生成し、前記予約メッセージを前記通信経路内の次のノードに転送することを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項 28 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 30】 ポリシが、前記予約メッセージの送信側がリソースの要求を許可されるかどうかを検査することを含むことを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項 29 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 31】 前記予約メッセージを、前記次のノードが、そのポリシおよび既に割り振られたリソースに基づいて、引き受けることが可能である場合に、前記次のノードは、前記予約メッセージを、前記通信経路内の前記次のノードの次のノードに転送することを特徴とするコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項 29 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 32】 ワイヤレス・リンクを介してアクセス・ポイントに接続された少なくとも 1 つのワイヤレス装置に、有線ネットワークへのアクセスに伴うサービス品質保証を提供するアクセス・ポイントであって、

要求されたサービス品質をサポートするためにリソースを予約し、ワイヤレス装置からターゲット装置への通信経路上のノードにリソースを予約する予約メッセージを生成する、サブネットワーク帯域マネージャと、

少なくとも (1) 前記パケットを送信する試みで失敗した前の試みと、(2) 複数の優先順位レベルからの前記パケットの優先順位レベル、とに基づくタイム・インターバルの間、前記ワイヤレス媒体がアイドルであることを検出する第 1 モジュールと

を備えることを特徴とするアクセス・ポイント。

【請求項 33】 前記予約メッセージは、RSVPメッセージであることを特徴とする請求項 32 に記載のアクセス・ポイント。

【請求項 34】 前記予約メッセージに対する応答が、前記通信経路内の少

なくとも 1 つのノードが前記要求されたサービス品質を引き受けないことを示す場合に、前記アクセス・ポイントから前に予約されたリソースを解放する第 2 モジュールを有することを特徴とする請求項 33 に記載のアクセス・ポイント。

【請求項 35】 前記パケットを送信する試みで前記失敗した前の試みは、前記パケットの送信を試みるときに前記ワイヤレス媒体がビジーであることを検出することを特徴とする請求項 32 に記載のアクセス・ポイント。

【請求項 36】 乱数に関連付けられたタイム・インターバルを生成する第 2 モジュールを有し、前記乱数は、送信の準備ができたノードが前に前記パケットの送信に失敗した場合に、範囲 (range) がより小さくなるような範囲から選択されることを特徴とする請求項 32 に記載のアクセス・ポイント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(関連特許の相互参照)

本願は、2000年2月23日出願の米国仮特許出願第60/184290号に関する。

【0002】

(技術分野)

本発明は、全般的に、ワイヤレス・リンク (wireless links) を有するネットワークでのサービス品質 (Quality of Service) 保証の提供に関する。具体的には、本発明は、ワイヤレス装置 (wireless device) を LAN および/または WAN および/または PAN に接続する少なくとも1つのワイヤレス・リンクを有するネットワークでのサービス品質保証の提供に関する。

【0003】

(発明の背景)

ワイヤレス装置は、直接にもしくは1つまたは複数の基地局を介してのいずれかで、ワイヤレス・チャネルを介して通信する。基地局 (base station) は、ある装置からの通信を受信し、それらを、おそらくはネットワークを介して、別の装置に転送する。所与のワイヤレス接続の中断の危険性 (risk of disruption) は、所与の基地局が通信する装置に、その装置に対して企画された必要性に対して十分なリソースが使用可能であるとの保証を、提供することを困難にしている。さらに、ワイヤレス装置は、範囲外に移動するか他の要因に起因して信号強度を失うことがあり得る移動装置 (mobile device) である。

【0004】

多くのワイヤレス装置が、キャリア波検知多重アクセス/衝突回避方式 (carrier sense multiple access with collision avoidance, 「CSMA/CA」) 技術を使用する。CSMAによれば、CSMA/CAは「話す前に聞く (listen before talk)」パラダイムに基づくので、各ノード (接続ポイント) は、たとえば当のワイヤレス・チャネルなどの搬送波を監視して、送信を試みる前に他のノードが送信中であるかどうかを検出する。キャリア波検知ワイヤレス・ネット

ワーク・ノードは、受信器が同一の送信器からのパケットを受け入れようとする範囲より広い範囲内の送信器からの搬送波、すなわち共通のワイヤレス・チャネルを介する伝送、を検知することができる。さらに、搬送波の検知の範囲は、送信器が干渉を引き起こすことができる範囲を超えている。送信しているノードの検出は、実際の検出とすることができ、また、送信ノードが送信を意図するタイム・インターバルを宣言するパラメータに基づく検出すなわちバーチャルな (virtual) 検出とすることができる。

【0005】

すべてのパケットは、競合のない期間にノードによって送信され、意図された送信を他のノードに通知する。それに応答して、他のノードは、ワイヤレス・チャネルの状態の「アイドルまたはビジー」のローカルな知覚だけに基づいて、パケット送信の試みを調整する。このような検知は、所与のノードが、送信を試みる前の所定の期間、ワイヤレス・チャネルがアイドルになるのをだけ待つことに帰着する。ワイヤレス・チャネルで別のノードによる送信を検出することは、現在送信を待っているノードが「バックオフ (backoff)」状態に入ることになる。バックオフ状態の期間 (duration) は、共通ワイヤレス・チャネルがアイドルであることを要求されている時間を表し、IEEE 802.11標準仕様で競合ウィンドウ (contention window) と称する範囲で失敗した前の送信の試みによって決定される範囲、から選択される乱数を使用してセットされることが好ましい。たとえば、O'Hara, Bob, および Al Peterick 著、「IEEE 802.11 handbook: A Designer's Companion」、IEEE Press New York (1999年) を参照されたい。しかしながら、CSMA/CAは、サービス品質 (「QoS」) 保証を提供しない。

【0006】

QoSは、帯域幅、タイム・スライス、相対優先順位、メモリ、ポート、およびそれらの類似物などのようなリソースで、指定された時間期間内での所望のタスクの実行に必要なリソースの予約 (reservation) に関係する。通常は「ベスト・エフォート (best effort)」と称するデフォルトQoSレベルは、必要な

ときにリソースが使用可能である場合のタスクの実行を表すが、必ずリソースの予約を提供するわけではない。言い換えると、「ベスト・エフォート」は、タスク実行のためのリソースで、そうでなければアイドルのリソース (otherwise idle resources) の提供を表す。より高水準の保証が、「ベスト・エフォート」よりよいものを提供し、これには、次に述べる複数レベルの相対優先順位を含めることができる。

【0007】

帯域幅などのリソースを単に予約するだけでは、QoS保証を効果的に提供するのに不十分である。さらなる混乱のものは、複数のノードが共通のワイヤレス・チャネルを介してオーバーラップするタイム・インターバル中に、結果として不成功の送信となる送信を試みるために、パケット衝突の可能性が増加することである。パケット衝突は、ノードを接続するワイヤレス・リンクを用いる場合とは不可避である。というのは、各ノードが、他のノードの活動についてのかなり遅れた知覚を有するからである。衝突は、隠れたノードに起因しても発生する。たとえば、お互いの検知範囲の外にある2つの送信ノードは、共通の受信器の検知範囲内にある場合に、その共通の受信器で干渉する可能性がある。

【0008】

タスクによって要求されるリソース、多くの場合タスクそれ自体によって要求されるリソースの予想されるレベルの判定の後に、将来に、配分することができ、リソースの予約を信頼性のある形で要求することが可能である。予想されるリソースの必要性について異なるレベルを要求するタスクの網羅的でない例に、大きいファイルの送信、音声リンク、オーディオ・ビデオ・リンク、および対話型ゲーム・アプリケーションのリアルタイム実行の提供が含まれる。

【0009】

ニュース更新、救急サービス、および類似物などの新しいワイヤレス応用分野は、予約機構すなわち、リアルタイム・アプリケーションの満足な機能を保証する、非デフォルトQoSの可用性から利益を得ることができる、しかし、より大きい通信経路 (pass) の一部である可能性のあるワイヤレス・リンクの過渡的な性質に起因して、伝送媒体の利用が不十分であることの高い可能性を持たずにリ

ソースを予約することは、困難である。

【0010】

ワイヤレス・リンクを紹介するQoSの提供に関する提案には、Sobrinho, J. L. および A. S. Krishnakumar 著、「Quality of Service in Ad Hoc Carrier Sense Multiple Access Wireless Networks」、IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume 17, No. 8, 1353~1368 (1999) に記載のブラックバースト (black-burst, 「BB」) 競合機構が含まれる。BBによれば、ノードは、共通のワイヤレス・チャネルがアイドルになるまで待つのに費やした時間 Id に比例する持続時間のパルスを用いて、共通のワイヤレス・チャネルへのアクセスを求めて競合する。さらに、BBは、リアルタイム・トラフィックに優先順位を与える。

【0011】

BBは、ノード間の3タイプのリンクを認識する。第1に、2つのノード間の通信リンクは、あるノードから他のノードへの成功確のパケットの送信および受信を表す。第2に、他の送信と衝突しているノードの1つから、同一のタイム・インターバル中に他のノードへの送信に起因する2つのノード間の干渉リンクである。最後に、他方のノードが送信中である場合をノードの一方が検知できるところを表す2つのノードの間の検知リンクである。当然、2つのノードがその間に通信リンクを有する場合に、これらノードは、それらの間の干渉リンクおよび検知リンクも有する。

【0012】

CSMA/CAは、IEEE 802.11標準規格によれば、ノードに対してバックオフ・モードを考慮に入れている。このモードは、そうでなければパケット送信の準備ができている状態である。バックオフ・モード中のノードは、0と $\min \{32 \times 2^{c-1}, 1,255\}$ (ただし、cは、最後の成功確の送信以降にノードが経験した衝突の回数) の間で一様に分布する乱数 s を選択する。ノードはタイマをセットし、このタイマは共通のワイヤレス・チャネルでの送信の

閾値より長い間チャネルがアイドルであると知覚されている間に限ってカウント・ダウンされ、このタイムが0に達したときに、ノードはパケットを（再）送信する。さらに、ノードは、好ましい肯定応答方式の受信に続く送信についての成功または失敗を知る。正しく受信されたパケットの受信側は、有界のタイム・インターバル I_d 以内に肯定応答パケットを送信する。

【0013】

ノード間の競合は、BBによれば、ノード間の衝突の解決を受け入れる。ノードは、送信が許可される時点で先だって、共通のワイヤレス・チャネルに関して競合する。競合するノードは、ノードが経験した個々の遅延に比例する持続時間のエネルギーのバーストを送信する（以下では「バースト送信」と称する）。バースト送信の後に、ノードは、共通ワイヤレス・チャネルを監視して、そのノードのバーストが最長であったかどうかを判定する。成功したノードは、送信に進み、他のノードは、共通ワイヤレス・チャネルがもう一度アイドルになるのを待って、競合する。成功したノードは、次の送信の送信将来時刻も選択する。したがって、さまざまなノードが、衝突がなくなる可能性が高いスタック・ガーされた（時間差が付けられた）タイム・インターバルで送信する。

【0014】

しかし、この方式は、エネルギーのバースト送信を必要とし、限られた電源リソースを有する装置にとって高価な方式である。追加のハードウェアおよび/またはソフトウェアを使用して、そのようなバーストがパケット送信でないことを検出することも、BBプロトコルを実施するのに必要である。さらに、ワイヤレスおよび他の障害を発生しやすい接続の過渡的な性質が、リアルタイム送信を再同期化するために繰り返してバースト機構を呼び出す可能性が高い。

【0015】

上で述べたBBおよび過渡的リンクでのWHITECAP（商標）を含む、QoSを提供するための提案のもう1つの限界は、IEEE802.11などの既存の標準規格を拡張すること、広く知覚されている必要性に存在する。BB提案およびWHITECAP（商標）提案の両方が、既存の標準規格の拡張を求めている。言い換えると、特定の解決策を受け入れるためには、標準規格協会メン

バの間で合意に達する必要がある。

【0016】

さらに、提案されている標準規格の方向は、ワイヤレス・リンクを介してQoSを提供に対する現在の提案に効果的に対処されていない。たとえば、IEEE802.1p提案には、パケット伝送に関する複数の優先順位レベルが含まれ、8つまでの優先順位レベルが提案されている。したがって、QoSプロトコルは、QoS保証を引き受ける目的で、衝突を解決する際のベスト・エフォート制約およびリアルタイム制約に加えて、複数の優先順位レベルに対処する必要がある。

【0017】

（発明の概要）

本明細書に記載の発明は、他の媒体で期待される形でのサービス品質保証を、1つまたは複数のワイヤレス・リンクを含む通信経路を通じての通信に提供するという問題に対処する。本発明は、優先順位と衝突に起因する前の送信失敗とに基づいて、データ・パケットが送信されることを保証する確率論的方式（stochastic scheme）にサブネット帯幅マネージャ（subnet bandwidth manager、「SBM」）を組み合わせることによって、少なくとも1つのワイヤレス・リンクまたはホップを含むエンド・ツー・エンド（終端間）接続を介する改良されたサービス品質（QoS）を提供する。ワイヤレス・リンクには、ワイヤレス帯幅の割り振りを追跡するためにSBMを有するアクセス・ポイント（「AP」）が含まれる。そのAPは、送信の権利の競争に成功したステーション（「STA」）への割り振られたタイム・インターバルでの送信を可能とする。基本的には、2面リソース展開方式（two-prong resource deployment）が、以下で記述されるように使用される。

【0018】

第1面（first prong）には、帯幅および/またはメモリと、たとえば、伝送経路内の中間ノードのそれぞれでの規定のタイム・インターバルなどの追加リソース、の予約が含まれる。この予約によって、STAがパケット上の適当なタグを使用できるようにする。この予約方式では、中間のすべてのノードが、提案

された予約に反対しないことが要求される。この予約は、さらに、通信経路の各段階で帯域幅を責任を持つ S B M に道具を提供する。

[0019]

第2面 (second prong) には、送信の試みでの S T A 失敗に起因する前の送信失敗に基づき、特定の S T A による再送信ウィンドウ (期間) の調整 (modulating) が含まれる。したがって、送信の失敗が、再送信ウィンドウの変更をもたらす。そのような失敗は、衝突および/または特定の S T A より早期に搬送波の制御を得たもう1つのノード、に起因する可能性がある。

[0020]

さらに、優先順位を管理する確率的な方式は、より低い優先順位のクライアントを締め出すのではなく、ハイブリッド機構を用いて、最初に送信を試みる確率がより低い状態でそれらが送信を試みることを可能にする。さらに、衝突から回復する確率的な方式によって、同一の優先順位を有するパケットをスタグガースること (staggering) が可能になる。このハイブリッド方式の総合的な結果は、ユーザを締め出さず、衝突を解決しながら、統計的により高いアクセスの確率でリアルタイム・サービ스에 適当な帯域幅を許可することである。

[0021]

本発明の追加の特徴および長所は、例示的実施形態の下記の詳細な説明で、添付図面を参照して進行する説明から明白になる。

[0022]

特許請求の範囲に、本発明の特徴が詳細に示されているが、本発明は、その目的および長所と共に、添付図面と共に読まれる以下の詳細な説明から最もよく理解することができる。

[0023]

(発明の詳細な説明)

ワイヤレス装置 (wireless device) に接続されたネットワークには、1つまたは複数のワイヤレス・リンク (wireless link) を有する通信経路があると考えられる。Q o S の提供は、ワイヤレス・リンクによって制限される。というのは、ワイヤード・リンク (wired link) と比較して、ワイヤレスの帯域幅が狭く

、誤り率が高いからである。さらに、ワイヤレス・リンクを介するフレームのワイヤレス伝送は、通常は、肯定応答が所定の時間期間内に受信されない場合の再送信を必要とする。ワイヤレス・リンクの一時的で障害が多い性質に鑑みて、ワイヤレス・リンクに起因するオーバーヘッドは、ワイヤード・リンクのオーバーヘッドよりかなり大きい。

[0024]

ローカル・エリア・ネットワーク仕様を含むワイヤレス・リンクを拡張または変更するのではなく、開示される発明の実施形態では、サブネット帯域幅マネージャ (「S B M」) を実施することによって Q o S を提供する。S B M は、たとえば参照によってその全体を本明細書に組み込まれる R F C 2814 など、既存の仕様に適合し、アクセス・ポイント (「A P」) に対して密に関連付けられていることが好ましい。S B M は、Q o S 要求を受信し、R S V P R E S V とも称する予約メッセージを生成して、要求された Q o S に適応するために各ノードにリソースを要求することにおいて、媒介者である。予約メッセージは、現在のノードが要求されたレベルの Q o S を提供できる場合に、要求されたリソースの予約の後に、通信経路の次のノードに送信される。通信経路内のノードが、予約要求に対処できない場合には、その予約要求は拒否され、前に予約されたリソースを解放する各ノードを含むその通信経路に沿って返される。本発明の例示的実施形態では、要求を拒否しないことが是認を意味するので、各ノードが要求を肯定的に是認する必要がある。さらに、通信経路内のノードのいくつかは、相互に管理されることができる。そのような場合に、管理ソフトウェアは、適当な簿記 (bookkeeping) アルゴリズムを使用して、リソース割振りを有利に追跡する。

[0025]

ワイヤレス・リンクの境界を定めるノードは、フレームが送信される時刻をスタグガリングすることによって衝突を回避する確率的戦略 (stochastic strategy) もサポートする。ワイヤレス・リンクの境界を定めるノードは、衝突の場合に遅延を生成する。たとえば、オーバーラップする時間期間中に送信を試みる2つのノードは、乱数を使用して、わずかなオーバーヘッドで衝突回避を達成す

る。さらに、送信の時点を生成するための乱数範囲は、パケットを送信する確率が、送信失敗の後の次の時間期間中に変化するように、パケットごとにSBMによって取得され。この確率の増加に、上限を設けることができる。さらに、類似する優先順位レベルを有するパケットを、一緒に待ち行列とされて、より低い優先順位を有するパケットよりもより高い優先順位のパケットのより早期の送信を保証する。

【0026】

本発明の既存の標準規格との互換性は、低減されたトランザクション・コストのためのさまざまな仕様を拡張する提案より有利な立場にあるが、これが制限になることは意図されていない。本発明は部分的にはQoSを提供するために複数の特徴を新規の形で組み合わせているので、本発明はさまざまな既存のおよび将来の標準仕様と共に動作可能であるように、意図されている。本発明は、少なくとも部分的に、適当なコンピュータ環境を作成するためにコンピュータ・デバイスと、適当なコンピュータ環境を有することによって実行されることが好ましい。本発明の以下の詳細な説明に、本発明の実施に適する一般的なコンピュータ環境の説明が含まれる。

【0027】

前述の装置のいくつかは、ピコネット内であれピコネットに対してリモートであれ、図1に示されたコンピュータ環境に類似するコンピュータ環境を提供する。もちろん、本発明は、図1に示されたリソースおよびサブ・デバイスが必要としない。実際、ピコネット装置には、データ保管用のハード・ドライブなど、図1に示された構成要素の多くが含まれない。

【0028】

図面に移ると、図では、類似する符号が類似する要素を指すが、本発明が、適当なコンピュータ環境で実施されるものとして図示されている。必要ではないが、本発明を、プログラム・モジュールなど、コンピュータ環境内で行われるコンピュータ実行可能命令の一般的な文脈で説明する。一般に、プログラム・モジュールには、特定のタスクを実行するか特定の抽象データ型を実施するルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造などが

含まれる。さらに、当業者は、ハンドヘルド・デバイス、マルチ・プロセッサ・システム、マイクロ・プロセッサ・ベースまたはプログラム可能な消費者電子製品、ネットワークPC、ミニ・コンピュータ、メイン・フレーム・コンピュータ、および類似物を含む、他のコンピュータ・システム構成と共に本発明を実践できることを諒解するであろう。本発明は、通信ネットワークを介してリンクされたりモート処理装置によってタスクが実行される分散コンピュータ環境でも実践することができる。分散コンピュータ環境では、プログラム・モジュールを、ローカルとリモートの両方のメモリ・ストレージ・デバイスに配置することができる。

【0029】

図1に、本発明を実施することができる、適当なコンピュータ・システム環境100の例を示す。コンピュータ・システム環境100は、適当なコンピュータ環境の1例にすぎず、本発明の使用の範囲または機能性に関する制限を示すことは意図されていない。コンピュータ環境100を、例示的動作環境100に示された1つの構成要素または構成要素の組合せに対する依存性またはそれに関する要件を有するものと解釈してはならない。

【0030】

本発明は、多数の他の汎用のまたは特殊目的のコンピュータ・システム環境またはコンピュータ・システム構成と共に動作する。本発明と共に使用するのに適する可能性がある周知のコンピュータ・システム、環境、および構成の例には、パーソナル・コンピュータ、サーバ・コンピュータ、ハンドヘルド・デバイスまたはラップトップ・デバイス、マルチ・プロセッサ・システム、マイクロ・プロセッサ・ベースのシステム、セットトップボックス、プログラム可能消費者電子製品、ネットワークPC、ミニ・コンピュータ、メイン・フレーム・コンピュータ、および、上記のシステムまたは装置のいずれかを含む分散コンピュータ環境が含まれるが、これに制限はされない。

【0031】

本発明を、コンピュータによって実行される、プログラム・モジュールなどのコンピュータ実行可能命令の全般的な文脈で説明することができる。一般に、プ

ログラム・モジュールには、特定のタスクを実行するか特定の抽象データ型を実施するルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造などが含まれる。本発明は、通信ネットワークを介してリンクされたリモート処理装置によってタスクが実行される分散コンピュータ環境でも実践することができる。分散コンピュータ環境では、プログラム・モジュールを、メモリ・ストレージ・デバイスを含むローカルとリモートの両方のコンピュータ記憶媒体に配置することができる。

【0032】

図1を参照すると、本発明を実施する例示的システムに、コンピュータ110の形の汎用コンピュータ・デバイスが含まれる。コンピュータ110の構成要素には、処理ユニット120、システム・メモリ130、および、システム・メモリを含むさまざまなシステム構成要素を処理ユニット120に結合するシステム・バス121を含めることができるが、これに制限はされない。システム・バス121は、メモリ・バスまたはメモリ・コントローラ、周辺バス、およびさまざまなバス・アーキテクチャのいずれかを使用するローカル・バスを含む複数のタイプのバス構造のいずれかとして、制限ではなく例として、そのようなアーキテクチャには、Industry Standard Architecture (ISA) バス、マイクロ・チャネル・アーキテクチャ (MCA) バス、Enhanced ISA (EISA) バス、Video Electronics Standards Association (VESA) ローカル・バス、および Mezzanine バスとも称する Peripheral Component Interconnect (PCI) バスが含まれる。

【0033】

コンピュータ110には、通常は、さまざまなコンピュータ可読媒体が含まれる。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ110によってアクセスできる使用可能な媒体のいずれかとして、コンピュータ可読媒体には、揮発性媒体および不揮発性媒体と、取外し可能媒体および取外し不能媒体の両方を含めることができる。制限ではなく例として、コンピュータ可読媒体に、コンピュータ

記憶媒体と通信媒体を含めることができる。コンピュータ記憶媒体には、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラム・モジュール、または他のデータなどの情報の保管のためのいずれかの方法または技術で実施される、揮発性および不揮発性の、取外し可能および取外し不能の媒体が含まれる。コンピュータ記憶媒体には、ランダム・アクセス・メモリ (RAM)、読取専用メモリ (ROM)、EPROM、フラッシュ・メモリ、または他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用ディスク (DVD)、または他の光学ディスク・ストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク・ストレージ、または他の磁気記憶装置、もしくは、所望の情報の保管に使用することができ、コンピュータ110によってアクセスできる他の媒体が含まれるが、これに制限はされない。通信媒体は、通常は、搬送波または他のトランスポート機構などの変調されたデジタル信号内でコンピュータ可読命令、データ構造、プログラム・モジュール、または他のデータを実施し、通信媒体には、すべての情報配布媒体が含まれる。用語「変調されたデータ信号」は、その特性の1つまたは複数の複数を、信号内で情報をエンコードする形で設定または変更された信号を意味する。制限ではなく例として、通信媒体には、有線ネットワークおよび直接配線接続などの有線媒体と、音響媒体、RF媒体、光学媒体、および赤外線媒体などのワイヤレス媒体が含まれる。上記のいずれかの組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲に含まれなければならない。

【0034】

システム・メモリ130には、ROM131およびRAM132などの揮発性メモリおよび不揮発性メモリの形のコンピュータ記憶媒体が含まれる。起動中など、コンピュータ110内の要素の間で情報を転送するのを助ける基本ルーチンを含む基本入出力システム (BIOS) 133が、通常は、ROM131に保管される。RAM132には、通常は、処理ユニット120によって即座にアクセス可能なまたは現在操作されつつあるデータおよびプログラム・モジュールが含まれる。制限ではなく例として、図1に、OS134、アプリケーション・プログラム135、他のプログラム・モジュール136、およびプログラム・データ137を示す。しばしば、OS134が、1つまたは複数のアプリケーション・プ

ログラミング・インターフェース (API) (図示せず) によってアプリケーション・プログラム135にサービスを提供する。OS134に、これらのサービスが組み込まれるので、アプリケーション・プログラム135の開発者は、これらのサービスを使用するためにコードを開発する必要がない。Microsoft社の「WINDOWS (登録商標)」などのOSによって提供されるAPIの例は、当技術分野で周知である。

[0035]

コンピュータ110には、他の取外し可能/取外し不能、揮発性/不揮発性のコンピュータ記憶媒体も含めることができる。例としてのみ、図1に、取外し不能不揮発性磁気媒体から読み取り、これに書き込むハード・ディスク・インターフェース140、内蔵または外付けとすることができ、取外し可能不揮発性磁気ディスク152から読み取り、これに書き込む磁気ディスク・ドライバ151、およびCD ROMなどの取外し可能不揮発性光ディスク156から読み取り、これに書き込む光ディスク・ドライバ155を示す。例示的オペレーティング環境で使用することができる他の取外し可能/取外し不能、揮発性/不揮発性のコンピュータ記憶媒体には、磁気テープ・カセット、フラッシュ・メモリ・カード、DVD、デジタル・ビデオ・テープ、半導体RAM、および半導体ROMが含まれるが、これに制限はされない。内蔵または外付けとすることができるハード・ディスク・ドライバ141が、通常は、インターフェース140などの不揮発性メモリ・インターフェースを介してシステム・バス121に接続され、磁気ディスク・ドライバ151および光ディスク・ドライバ155が、通常は、インターフェース150などの取外し可能メモリ・インターフェースによってシステム・バス121に接続される。

[0036]

上で述べ、図1に示したドライブおよびそれに関連するコンピュータ記憶媒体は、コンピュータ可読命令、データ命令、プログラム・モジュール、および他のデータのストレージをコンピュータ110に与える。図1では、たとえば、ハード・ディスク・ドライバ141が、OS144、アプリケーション・プログラム145、他のプログラム・モジュール146、およびプログラム・データ147

を保管するものとして図示されている。これらの構成要素は、OS134、アプリケーション・プログラム135、他のプログラム・モジュール136、およびプログラム・データ137と同一または異なるのいずれかとすることができるとに留意されたい。OS144、アプリケーション・プログラム145、他のプログラム・モジュール146、およびプログラム・データ147は、この図では、それらが異なるコピーである可能性があることを示すために、異なる符号を与えられている。ユーザは、キーボード162および、通常はマウス、トラック・ボール、またはタッチ・パッドと称するポインティング・デバイス161などの入力装置を介してコンピュータ110にコマンドおよび情報を入力することができる。他の入力装置 (図示せず) には、マイクロフォン、ジョイスティック、ゲーム・パッド、衛星放送用パラボラ・アンテナ、およびスキャナを含めることができる。これらおよび他の入力装置は、しばしば、システム・バスに結合されたユーザ・インターフェース160を介して処理ユニット120に接続されるが、パラレル・ポート、ゲーム・ポート、またはuniversal serial bus (USB) などの他のインターフェースおよびバス構造によって接続することもできる。モニタ191または他のタイプの表示装置も、ビデオ・インターフェース190などのインターフェースを介してシステム・バス121に接続される。モニタのほかに、コンピュータに、出力周辺インターフェース195を介して接続することができる、スピーカ197およびプリンタ196などの他の周辺出力装置も含めることができる。

[0037]

コンピュータ110は、リモート・コンピュータ180などの1つまたは複数のリモート・コンピュータへの論理接続を使用して、ネットワーク化された環境で動作することができる。リモート・コンピュータ180は、パーソナル・コンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワークPC、ピア・デバイス、または他のネットワーク・ノードとすることができ、リモート・コンピュータ180には、図1ではメモリ・ストレージ・デバイス181だけが図示されているが、通常は、コンピュータ110に關して上で説明した要素の多くまたはすべてが含まれる。図1に示された論理接続には、ローカル・エリア・ネットワーク (LAN) 17

1、パーソナル・エリア・ネットワーク（PAN）、および広域ネットワーク（WAN）173と、たとえばアンテナを完備したワイヤレス・インターフェース198を介するものなどの少なくとも1つのワイヤレス・リンクが含まれるが、他のネットワークも含めることができる。企図されたプロトコルの例には、BLUETOOTH（商標）、UPnP（商標）、JINI（商標）、SALUTATION（商標）、およびIETF SLIPに準拠するプロトコルが含まれる。そのようなネットワーク・ワーキング環境は、オフィス、企業全体のコンピュータ・ネットワーク、イントラネット、およびインターネットで平凡なものであるか、近い将来に導入が期待されるものである。

【0038】

図1に示された、ワイヤレス接続性とLAN/PAN接続性の両方を有するワイヤレス装置は、本発明によるQoS保証との互換性を有するワイヤレス・リンクの実施に適する。しかし、図1は、ワイヤレス通信が可能な装置の例示的図示であり、当業者に明白であるように、本発明の可能な実施形態を制限するものではない。

【0039】

LANネットワーク・ワーキング環境で使用されるときに、コンピュータ110は、ネットワーク・インターフェースまたはネットワーク・アダプタ170もしくはワイヤレス送信器を介してLAN171に接続される。WANネットワーク・ワーキング環境で使用されるときに、コンピュータ110に、通常は、インターネットなどのWAN173を介する通信を確立する、モデム172、ワイヤレス・アンテナ、または他の手段が含まれる。内蔵または外付けとすることができよく知られたモデム172は、ユーザ入力インターフェース160を介して、または別の適当な手段を介して、システム・バス121に接続することができる。ネットワーク化された環境では、コンピュータ110に関して図示されたプログラム・モジュールまたはその一部を、リモート・メモリ・ストレージ・デバイスに保管することができる。制限ではなく例として、図1に、リモート・コンピュータ180の内蔵または外付けとすることができるメモリ・デバイス181に常駐するリモート・アプリケーション・プログラム185を示す。図示のネットワーク接続

が、例示的であり、コンピュータの間の通信リンクを確立する他の手段を使用することができることを諒解されたい。

【0040】

以下の説明では、本発明を、特に示されない限り、1つまたは複数のコンピュータによって実行される行為と動作の記号表現とに関して説明する。したがって、折々、コンピュータによって実行される、と称するそのような行為および動作には、構造化された形でのデータを表す電気信号の、コンピュータの処理ユニットによる操作が含まれることを理解されたい。この操作では、データを交換するか、コンピュータのメモリ・システム内の位置でデータを維持し、これによって、当業者に明確に理解される形でのコンピュータの動作の再構成または他の形での変更が行われる。データが維持されるデータ構造は、データのフォーマットによって定義される特定の特性を有する、メモリの物理位置である。しかし、本発明を、前述の文脈で説明するが、以下で説明する行為および動作のいくつかをハードウェアでも実施できることが当業者に諒解されるので、制限的であることは意図されていない。

【0041】

図2に、コンピュータ環境を示すが、このコンピュータ環境は、サブネット帯域幅マネージャおよび認証ソフトウェア205を有するアクセス・ポイント200（「AP」）を有して、例示的なワイヤレス装置、すなわち、ウェブ対応セルラー・テレフォン（セル電話）210、ラップトップ・コンピュータ215、およびディジタイズするパッド220によるワイヤレス・リンクを介するネットワークへのアクセスを制御する。これらの装置は、図1に示された一般的なコンピュータ・ワーキング・システムの代替のハードウェア形態である。アクセス・ポイント200の認証ソフトウェア205は、当業者に周知のように、ラADIUS（RADIUS）サーバ225の助けを得て認証を実行する。

【0042】

ワイヤレス装置210、215、または220の1つであるラップトップ・コンピュータ215は、ネットワークへのアクセスを要求して、必要な帯域幅、時間制約、および類似物を指定する指定されたQoSを用いて、受信ノード（rece

iving node) 230と通信する。それに応答して、アクセス・ポイント200が、QoSを要求するメッセージをルータ235に送信する。ルータ235は、サブネット240を通るパケット・フローを管理して、要求された、受信ノード230への通信アクセスを可能にする。

【0043】

QoSを要求するメッセージには、起点ノード、宛先ノード、および通信経路上の中間ノード、この中間ノードがその通信経路を決定する、を記録するデータ構造が含まれる。この例示的実施形態では、起点ノードが、ラップトップ・コンピュータ215であり、宛先ノードがコンピュータ230である。前述のデータ構造を用いると、起点ノードを先頭とする通信経路がメッセージに記録されるので、現在のノードがリソースの要求を拒否する場合に、前のノードにメッセージを送り返せるようになっている。QoS要求を拒否するノードがない場合には、その通信経路、および要求されたQoSをサポートするリソースがその通信経路に沿って予約されたことの確認と共に、メッセージがラップトップ・コンピュータ215に返される。

【0044】

ルータ235は、一般に、サーバ245、250、255、および260にトラフィックを送信する。リソース・データベース265に接続されたサーバ245および250が、それらによって管理される接続に関するリソース割振りを助ける。図2のさまざまなノードおよびサービスへのすべての接続が、明示的に示されていないことに留意されたい。一般に必要ではないが、本発明のこの例示的実施形態では、リソース・データベース265が、サブネット240を介する受信ノード230との通信のためのネットワークへのアクセスの要求を満たすのに十分なリソースが使用可能かどうかを判定する際に、ルータ235を支援する。この実施形態では、QoS要求の拒否の不履行、言い換えるとメッセージを次のノードまたは受信ノード230に転送することが、要求されたリソースが使用可能であることを暗示する。本発明の代替実施形態では、一般性を失わずに、肯定の同意を必要とする。

【0045】

ルータ235は、アクセス・ポイント200によって受信ノード230に向けて送信されたメッセージを、さまざまな可能な実施形態の状態の下でサーバ255に転送するが、それらの実施形態の一部を本明細書で説明する。サーバ255は、サーバ255が受信ポイント230への通信経路上にあると判定した後に、パケットを受信ノード230に転送する。本発明の代替実施形態では、サーバ255が、リソース・データベース265にアクセスして、要求されたサービス品質を引き受けるのに十分なリソースが存在するかどうかを判定する。さらに、ルータ235が、その通信経路指定テーブルを開けた後に、パケットの通信経路を提供する。通信経路のセグメントの判定によって、通信経路セグメント全体に沿ったリソースを予約するのに使用可能なリソースの評価が可能になる。

【0046】

図3に、パケットの間の不可避の衝突に起因する、リソースの割振りを複雑にするワイヤレス・リンクの顕著な特徴を示す。ワイヤレス・ノードは、まず、アイドル・タイム・スライスを検出するためにリスン (listen 聴取) し、その後に限って送信を試みる。それでも、送信ノードがお互いの送信の意図に気付かないので、ワイヤレス・ノードが複数のノードからの送信を受信する可能性がある。たとえば、範囲305内のワイヤレス装置310は、ワイヤレス装置300の送信を受信する。同様に、範囲315内のワイヤレス・デバイス300および320は、ワイヤレス・デバイス310の送信を受信する。その一方で、ワイヤレス・デバイス320に対応する範囲325内にあるワイヤレス・デバイス310は、ワイヤレス・デバイス320の送信を受信するが、ワイヤレス・デバイス300は、ワイヤレス・デバイス320の送信を受信しない。さらに、ワイヤレス・デバイス300および320は、お互いの感知範囲内にない。その結果、ワイヤレス・デバイス300および320は、相互に回避するために媒体を監視することができない。

【0047】

パケット送信に関連付けられた複数の優先順位レベルがある。IEEE 802.11p仕様では、異なるタスクのための8つの優先順位レベルが提供される。時間の1スライス内の保証された帯域幅として指定される、パケット送信に関

するサービス品質（QoS）は、無線リンク上で提供することが困難である。この困難さは、無線リンクの場合に衝突の可能性が高いことと、それに関連する、衝突を克服するオーバーヘッッドに起因する。QoSを必要とする多数の送信が、リアルタイム・タスクでないことにも留意されたい。したがって、そのようなタスクに関するパケット送信の確率は、リアルタイム・タスクが必要とするほど高くする必要がある。そのようなタスクの例が、上限付きタイム・インターバルでのファイル転送であり、これは、非リアルタイムQoS保証を必要とする。

【0048】

一般に、異なるタスクに対応する複数のレベルのQoSサービスがある。参照によってその全体を本明細書に組み込まれるIEEE 802.1p仕様では、8つのレベルの優先順位が提供される。パケットの処理は、そのパケットに関連付けられたQoSを反映し、このQoSは、一般に、パケットの送信を必要とする特定のタスクに関連付けられたQoSである。本発明の例示的实施形態では、無線パケット用の保証されたQoSの表現が、パケット自体に含まれる。したがって、図4に、割り当てられたQoSを優先順位レベル・タグとしてコード化されたフィールド405を伴う例示的なパケット400を示す。タグの特定の値を含めるために、まずQoS要求が通信経路全体に沿って是認されて、エンド・ツー・エンドQoSが保証されなければならない。

【0049】

優先順位レベル・タグのデフォルト値は、「ベスト・エフォート」に対応する。ベスト・エフォートは、時間のスライス中に空き帯域幅が使用可能である場合のパケット送信を指す。ノードまたはサブネットのそれぞれが、それ自体の帯域プロシージャに従って、リソースがベスト・エフォート・サービスに使用可能であるかどうかを判断することができる。「ベスト・エフォート」より高いQoS保証が、パケットのために使用可能でない場合であっても、QoS保証を満たすためにリソースを割り振るときのクッションを提供するために、余分な帯域幅が予約されているので、未使用の容量が使用可能である可能性がある。しかし、ベスト・エフォートに従ってノードからパケットを送信することは、通信経路内の各後続ノードでのベスト・エフォート優先順位での送信をもたらさない。通信経

路に沿った各ノードが、独立にその送信決定を行う。

【0050】

複数のレベルのQoSでは、同一の優先順位レベルのパケットが同一のキューに含まれるように、独立のキューを維持することが可能である。あるキューのパケットを別のキューに優先して送信することによって、さらに、QoS保証がもたらされる。たとえば、ベスト・エフォート優先順位だけを許可されるパケットは、別のキューに置かれる。さらに、図2のアクセス・ポイント200が、適当なキューに余地があるときに限ってアクセスを許可する門番として働く。言い換えると、タスクが、要求されたQoSを引き受けることができることに限って、要求された優先順位レベルを用いてパケットにタグを付け、容量がない場合には、アクセス自体を、アクセス・ポイントでユーザまたはアプリケーションに対して拒否することができる。アクセス・ポイント200を介するネットワーク接続を探しているモバイル・ユーザは、無線リンクが割愛すべき容量を有しない場合に、「ベスト・エフォート」レベルのサービスを有するアクセスを提供される。代替實施形態では、類似する状況のモバイル・ユーザが、たとえば、サービスを拒否される。

【0051】

図5に、要求されたQoSを引き受けるためのリソースを予約する方法の例示的ステップを示す。QoSネゴシエーションは、パケットごとに行われる必要はなく、アプリケーションまたはユーザによって実行されるタスク全体について、指定されたまたは未知の持続時間で行われる必要がある。タスクを実行する過程で送信されるパケットは、QoS要求が是認される場合に、要求された優先順位レベルを用いてタグを付けられる。受信ノードにパケットを送信することを望むアプリケーションまたはユーザは、ステップ500中に、開始ノードの帯域幅管理モジュールに、所期の目的に必要なまたは十分なQoSを要求する。たとえば、帯域幅、メモリ・リソース、ノードによって導入される時間遅延、および多数の他の考慮事項が、QoS要求の可能なパラメータである。開始ノードは、ステップ500中に、送信されるパケットの受信ノードも指定する。開始ノードは、RSVPおよびPacket SchedulerなどのQoS処理機構をホス

トする。通常、無線ネットワークでは、アクセス・ポイント（AP）または基地局が、サブネット帯域幅管理（SBM）機能性をホストして、共用される無線媒体にまたがってリソースを管理する。通常、SBMは、予約およびノードの照会を実行する。本発明の実施形態では、開始ノードがネットワークへの無線リンクのアクセス・ポイントでもある。

【0052】

通信経路内のノードが独立なので、各ノードに照会して、要求されたQoSを引き受けるためのリソースが使用可能かどうかを判定する必要がある。その結果、ステップ505中に、開始ノードが、リソース予約を評価し、開始する。このために、ステップ510中に、SBMが、受信ノードで終わる通信経路上のノードまたは管理されるサブネットにリソースを要求するメッセージを生成する。このメッセージによって、受信ノードまでの通信経路の記録が可能になり、その結果、QoS保証の肯定応答が、特定の通信経路に関係するようになる。しかし、通信経路上のすべてのノードが、この要求に肯定的に合意する必要はない。というのは、通信経路内のネットワークの一部が、それらを介する通信経路およびリソースが、特定のノードではなく管理実体によって保証されるように管理される場合があるからである。たとえば、そのような管理実体は、そのようなネットワークを管理するSBMである可能性がある。

【0053】

ステップ515中に、要求されたリソースが現在のノードで使用不能である場合には、制御がステップ520に流れて、QoS要求が拒否されたことを前のノードに知らせる。ステップ525で、現在のノードが開始ノードである場合には、制御がステップ555に移り、ここで、前のノードがQoSを要求するユーザまたはアプリケーションなので、ステップ500の要求が拒否される。その一方で、ステップ525中に、現在のノードが開始ノードでない場合には、制御はステップ530に移る。ステップ530中に、前のノードが現在のノードになり、制御はステップ520に戻る。

【0054】

ステップ515で、要求されたリソースが使用可能である場合には、制御はス

テップ535に移る。ステップ535中に、要求されたリソースを予約する。次に、ステップ540中に、現在のノードが、それが受信ノードであるかどうかを判定する。現在のノードが宛先ノードである場合には、ステップ545中に、タグが、要求された優先順位レベル・タグを用いてそのパケットにタグを付けることを許可される。この許可は、肯定応答メッセージを開始ノードに返すことによって、タスクに通信される。開始ノードのQoS処理機構が、優先レベル・タグを割り当てるか、その代わりに、開始ノードがネットワークへの無線リンクのアクセス・ポイントでもある場合の本発明の実施形態の場合に、SBMが、要求されたタグ値を是認する。後続パケットに、その保証されたQoSを示す優先順位レベル・タグが含まれる。通常、少なくとも3つの使用可能な優先順位レベル・タグがある。タグ値は、リアルタイム・タスクまたは時間制限付きタスクまたはベスト・エフォート・タスクに対応することができる。

【0055】

現在のノードが受信ノードでない場合には、通信経路内の追加のノードに照会する必要がある。したがって、制御は、ステップ540からステップ550に移る。ステップ550中に、現在のノードが、通信経路内の次のノードに移動される、制御がステップ515に渡される。

【0056】

QoSの割振りの後に、本発明によるパケットの送信に、図6に示された確率的論的方式を使用する衝突回避が含まれる。ステップ600中に、パケット送信の準備ができているノードが、まずリスンして、媒体が所定のインタバールにわたって空いているかどうかを判定する。所定のインタバールは、デフォルト値に基づくものとしてでき、おそらくは割り当てられたQoSに基づく。本発明の実施形態では、受信ノードが、「受信レディ信号」を送信して、図3に示されているように必ずしも他のノードによって検出可能でないノードが送信を持っていることを、潜在的な送信ノードに示す。「受信レディ」信号の受信は、その持続時間中に信号を検出できない場合であっても、述べられた持続時間に媒体が占有されることを他のノードに示す。

【0057】

媒体が使用可能である場合には、制御はステップ605に移り、パケットを送信する。次に、ステップ610中に、肯定応答がタイム・インターバル内に受信されない場合に、制御はステップ615に移る。本発明の代替実施形態では、ステップ610中に肯定応答を受信できないことを、衝突に起因する送信の失敗と同一の形で扱わない。たとえば、そのような実施形態では、ステップ615中に失敗が登録されない。図6に示された例示的实施形態では、ステップ615中に失敗が登録され、パケットがバックオフ状態に入る。バックオフ状態によって、衝突を回避するために、パケットを再送信する前の遅延が導入される。

【0058】

ステップ600のテスト中に、チャネルが使用可能でない場合には、制御はステップ615に移る。ステップ615中に、ノードが、「バックオフ」状態に入り、失敗を登録し、現在ビジーのチャネルが空いた後に、現在のパケットの送信を試みる前の時間遅延を生成する。時間遅延は、パケットの優先順位レベルと、失敗した送信の試みの回数との関数である。複数の優先順位レベルを有するパケットについてこれを達成する戦略の1つを、次に説明する。しかし、本明細書に記載の戦略は、本発明の範囲に対する制限になることを意図されていない。

【0059】

次に、ステップ620中に、競合ウィンドウとも称する、タイム・インターバル内のランダム遅延を生成する。すべての優先順位が同一の遅延を有する本発明の実施形態では、タイム・インターバル・サイズ（以下ではCWと称する）が、パケットの優先順位レベルと、そのパケットに関する前に失敗した送信の試みの回数の関数である。本発明の実施形態では、より高い優先順位のパケットが、同一の数の前の失敗を有するより低い優先順位のパケットと比較して、より小さいインターバル内で生成された遅延を有する。その代わりにまたは追加して、より高い優先順位のパケットが、より小さい最小遅延値を有する。その結果、より高い優先順位のパケットについて生成されたランダム遅延は、類似する送信失敗を経験したより低い優先順位のパケットより短くなる可能性がより大きい。たとえば、競合ウィンドウに関する下記の選択は、複数の優先順位レベルおよび失敗した送信の試みの両方を処理することができる。

【0060】

擬似乱数整数を、区間 $[0, CW]$ 上の一様分布から引き出す。ここで、競合ウィンドウ(CW)パラメータは、最小値 aCW_{min} から最大値 aCW_{max} までの範囲である。CWパラメータは、 aCW_{min} の初期値をとり、STAによる送信の試みの不成功の連続中に、最大値 aCW_{max} に達するまで、増分される。CWは、成功回の送信の後、または送信が打ち切られた場合に、 aCW_{min} にリセットされる。

【0061】

CWパラメータの最小値および最大値は、バックログされたより高い優先順位フレームが、統計的に、同様にバックログされたより低い優先順位フレームより大きい送信の確率を有することを保証するように変更される。IEEE 802.1pタグによって、最低優先順位レベルの0から最高優先順位レベルの7までの範囲にわたる8つの優先順位レベルの1つが提供される。図6の本発明の実施形態は、下記の関係による、優先順位レベルのそれぞれについて別個の組の aCW_{min} 値および aCW_{max} 値を提供する。

$aCW_{mini} > aCW_{minj}$ 、ただし、優先順位レベル $i <$ 優先順位レベル j

$aCW_{maxi} > aCW_{maxj}$ 、ただし、優先順位レベル $i <$ 優先順位レベル j

増加する優先順位レベルに対する aCW_{min} 値および aCW_{max} 値の単調減少によって、より高い優先順位のパックログされたフレームが、同様にバックログされたより低い優先順位フレームすなわち、チャネルが空いていなかったことに起因する同数の前の送信失敗を有するフレームより高い送信の確率を有することが保証される。

【0062】

乱数の生成の後に、ステップ625中に、STAが、ステップ620中に得られた乱数から時間遅延を計算して、パケットを送信する将来の時刻を得る。さらに、各パケットは、有効期間(time to live)を有し、有効期間を超えた場合にパケットの処理は、リソースの浪費である。したがって、制御は、ステップ62

5からステップ630に移る。

【0063】

ステップ630中に、パケットの送信を再試行し続けることが生産的であるかどうかに関する判定を行う。たとえば、リアルタイム送信を必要とする音声パケットの場合に、パケットを送信する将来の時刻が、パケットの有効期間を超えてはならない。その場合には、制御はステップ635に流れる。というのは、もはや有用でないパケットを送信する必要がないからである。その代わりに、パケットがまだ有用である場合には、制御はステップ640に流れて、パケットがもう一度送信の準備ができるまで待つ。待つステップの後に、制御はステップ600に流れて、パケットの送信を再試行する。

【0064】

上で説明した競合解決方式は、特定のステーションによって、送信を待っているパケットをキューに入れる方式と結合される。本発明の実施形態では、パケットが送信を待っている間に、さまざまなバッファ管理戦略を使用する。たとえば、ステップ640中に待っているパケットより高い優先順位のパケットは、より高い優先順位のパケットがより短い待ち時間を有する場合に、取って代わられたパケットがもう1つのバックオフ状態に入ることと強制される場合であっても、送信することができる。さらに、より低い優先順位を有するパケットは、より低い優先順位のパケットの有効期間が、そうでなければより低い優先順位のパケットの放棄をまたらす場合に、より高い優先順位のパケットより早く送信することができ。そのような送信は、より高い優先順位のパケットの要件を満足することとを必要とする。本発明は、ローカルバッファ管理戦略のようなものによって制限されることを意図されていない。

【0065】

本発明の例示の実施形態のもう1つの特徴は、各パケットに割り当てられた優先順位タグ値に基づく、送信用のパケットのキューイングである。最高優先順位のキューの先頭からのパケットの送信によって、異なる優先順位タグ値を有するパケットの管理のオーバーヘッドが減る。そのようなソートリングによって、より高い優先順位のパケットがその待ち期間を完了するか送信に使用可能になる前

に、より低い優先順位のパケットが送信の準備ができる場合、またはより低い優先順位のパケットが衝突回避中によりよい乱数を得た場合に、より低い優先順位のパケットを送信できるようになる。さらに、複数のキューを使用することによって、無線通信および関連する障害管理が、有線LAN上のパケットによって使用される複数優先順位レベルと効率的にインターフェースできるようにする。前に説明したように、本発明の実施形態では、より低い優先順位のトラフィックが、締め出されるのではなく、より高い優先順位のパケットが、乱数を選択する範囲の適当な操作によって、送信される可能性が高くなる。

【0066】

本発明のもう1つの特徴は、たとえば図5および6に示された方法を実施する、ステップを実行するためのコンピュータ実行可能命令を有するコンピュータ可読媒体である。

【0067】

本発明の原理を適用できる多数の可能な実施形態に鑑みて、本明細書で図面に関して説明した実施形態が、例示のみを意図され、本発明の範囲を制限するものとして解釈されるべきでないことを諒解されたい。たとえば、当業者は、ソフトウェア内で示された図示の実施形態の要素を、ハードウェアで実施することができ、逆も同様であり、また、図示の実施形態を、本発明の趣旨から逸脱せずに配置および詳細において修正することができることを理解するであろう。したがって、本明細書に記載の本発明は、特許請求の範囲およびその同等物の範囲に含めることができる、そのようなすべての実施形態を企図されている。

【0068】

特許、特許出願書、および刊行物を含む本明細書で引用されたすべての参考文献が、参照によってその全体を本明細書に組み込まれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明が常駐する例示的コンピュータ・システムを全般的に示すブロック図である。

【図2】

本発明の実施形態が機能する、一般的なコンピュータ環境の図である。

【图3】

無線リンクを介して送信されたパケットの間の不可避の衝突を示す図である。

【图4】

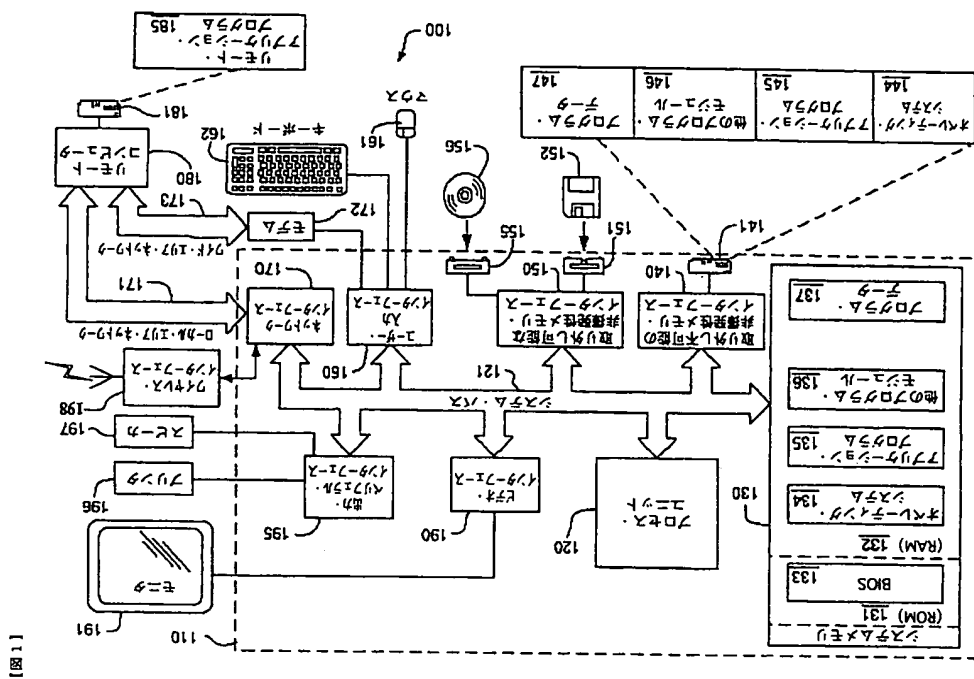
優先順位レベル・フィールドを有する例示のパケットを示す図である。

【例5】

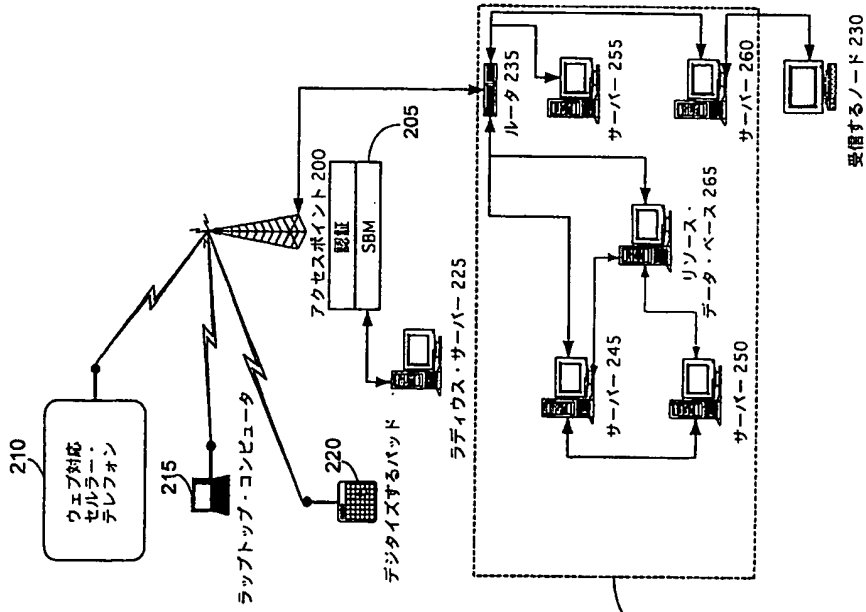
要求されたQoSを引き受けるためにリソースを予約する方法の例示的ステップを示す図である。

【図6】

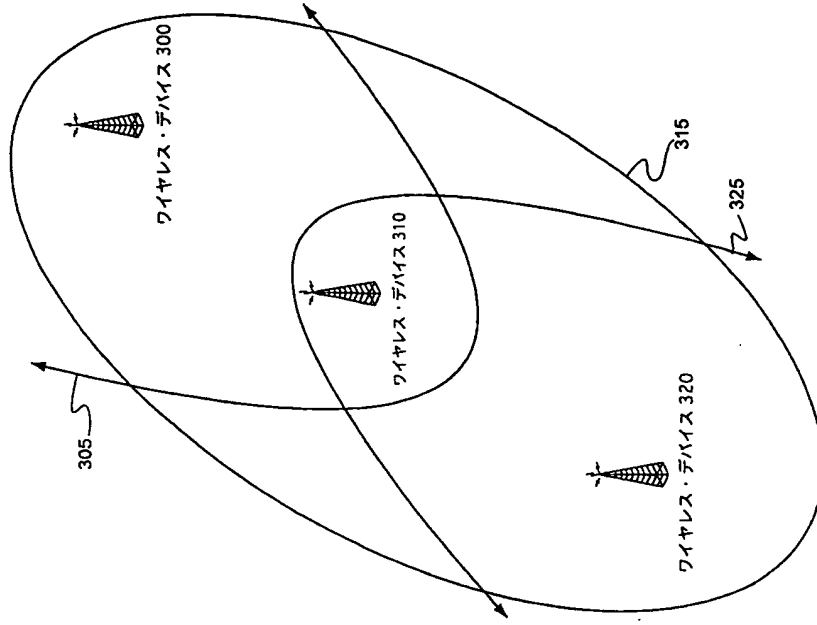
異なる優先順位レベルおよび失敗した送信の試みを有するパケットの送信を管理する確率論的方式を使用して、衝突を回避した状態でのパケット送信を示す図である。



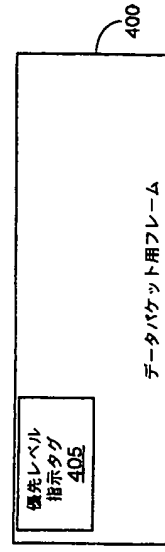
【図 2】



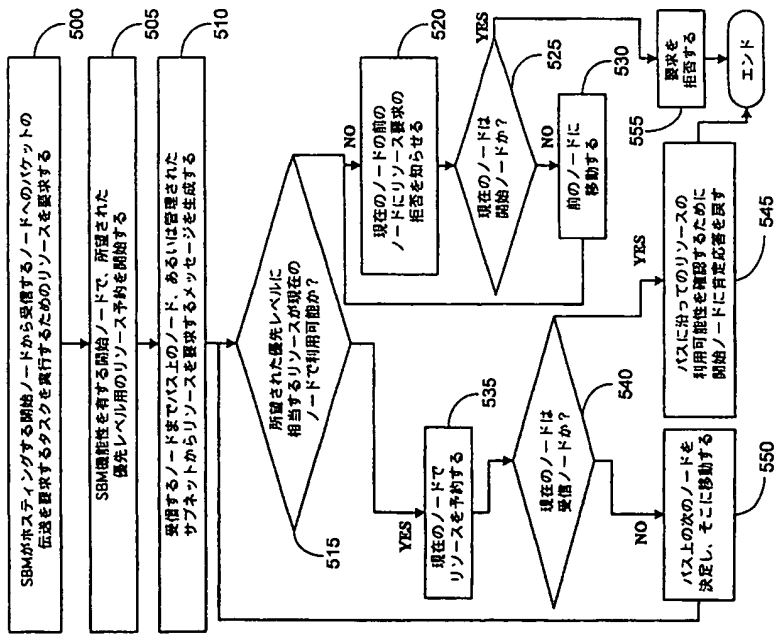
【図 3】



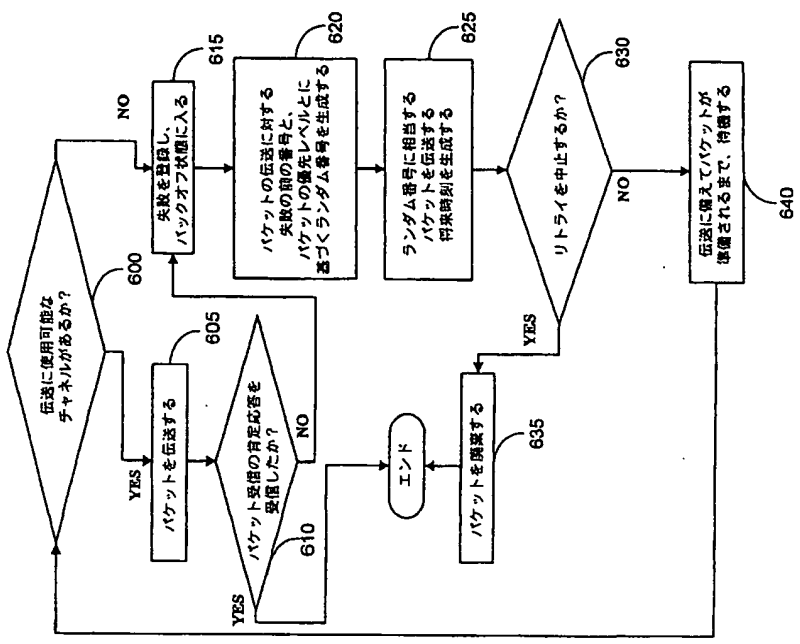
【図 4】



【図 5】



【図 6】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Unclaimed Application No
PCT/US 01/05672

[illegible]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Patent Application No
PCT/US 01/05672

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant paragraph	Referred to column No.
P, Y	WD 00 10357 A (NOKIA) 24 February 2000 (2000-02-24) page 17, line 30 -page 29, line 21; figures 8, 9 8, 9, 11 881 722 A (NOKIA) 11 February 2000 (2000-02-11)	1-3, 6, 16-18, 21-32, 33, 35 1-3, 6, 16-18, 21-32, 33, 35
A	WD 99 39480 A (NOKIA) 5 August 1999 (1999-08-05) page 12, line 23 -page 23, line 5; figures page 7, line 28 -page 9, line 32; figures	1-36 1-36
A	WEINMILLER J ET AL: "Analyzing and improving the IEEE 802.11-MAC Protocol for Wireless LANs". MODELING, ANALYSIS, AND SIMULATION OF COMPUTER AND TELECOMMUNICATIONS, TOWARDS A NEW PARADIGM OF THE FOURTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON SAN JOSE, CA, USA 1-3 FEB. 1996 LOS ALAMOS, CA, USA. IEEE COMPUT. SOC. US 1 February 1996 (1996-02-01), pages 200-206. XP010161831 ISBN: 0-8186-7235-8 page 201, left-hand column, line 6 -page 202, right-hand column, line 30; figures 2, 3	1, 2, 7-17, 22-32, 35
A	EP 0 848 560 A (SIEMENS) 17 June 1998 (1998-06-17) page 4, column 5, line 44 -page 7, column 12, line 16; figures	1, 16, 32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date	
PCT/US 01/05672		International Application No.					
WO 9950999	A	07-10-1999	EP	WO	9950999 A1	22-03-2000	
WO 9921313	A	29-04-1999	US	US	6157614 A	05-12-2000	
			AU	AU	1191799 A	10-05-1999	
			DE	DE	1034634 T1	19-07-2001	
			EP	EP	1034634 A2	13-09-2000	
			ES	ES	2155815 T1	01-06-2001	
			JP	JP	2001521326 T	06-11-2001	
			WO	WO	9921313 A2	29-04-1999	
WO 0010357	A	24-02-2000	FI	FI	981722 A	11-02-2000	
			AU	AU	5291899 A	06-03-2000	
			BR	BR	9912911 A	06-05-2001	
			CN	CN	1317217 A	19-10-2001	
			EP	EP	1104639 A1	04-06-2001	
			WO	WO	0010357 A2	24-02-2000	
WO 9939480	A	05-08-1999	FI	FI	980191 A	29-07-1999	
			AU	AU	2166599 A	16-08-1999	
			EP	EP	1057305 A2	06-12-2000	
			WO	WO	9939480 A2	05-08-1999	
WO 9933301	A	01-07-1999	FI	FI	974558 A	19-06-1999	
			AU	AU	1437899 A	12-07-1999	
			EP	EP	1040696 A1	04-10-2000	
			WO	WO	9933301 A1	01-07-1999	
			JP	JP	2001527359 T	25-12-2001	
EP 840560	A	17-06-1998	US	US	5898668 A	27-04-1999	
			EP	EP	0848560 A2	17-06-1998	

Form PCT/US 2001 (Latest family member) (July 2001)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I T, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, G M, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, B Z, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, J P, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, R O, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72)発明者

ヨラム バーネット
アメリカ合衆国 98105 ワシントン州
シアトル 1 アベニュー ノース イー
スト 4615

(72)発明者

ティモシー エム. ムーア
アメリカ合衆国 98008 ワシントン州
ベルビュー 187 アベニュー サウス
イースト 1223

Fターム(参考)

5K030 HA08 HB17 HC01 HC14 HD03
HD06 JA11 JL01
5K033 CA08 CB08 CC01 DA06 DA17
DB18 EC03
5K067 AA23 BB21 DD11 EE02 EE10
GC06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.